บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลำไย

ลำไย (*Euphoria longana* Lamk) จัดเป็นผลไม้ชนิดบ่มไม่สุก (non-climacteric fruit) เป็นผลไม้ที่มีรสหวาน มีกลิ่นหอม และไม่มีรสเปรี้ยว โดยทั่วไปมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 16-20 °brix ค่าพีเอช 6.7-6.9 เนื้อลำไยสดประกอบด้วยน้ำตาลหลักๆ 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส และมีกรดอินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ กรดกลูโคนิค กรดมาลิค กรดซิตริก เป็นต้น รวมทั้งยังมีกรดอะมิโน 9 ชนิด ส่วนเนื้อลำไยอบแห้งประกอบด้วยเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส เป็นต้น ทำให้ลำไยมีสรรพคุณทางยา คือ ใช้เป็นยาบำรุงให้แก่คนที่เป็นโรคประสาทอ่อน ๆ และโรคนอนไม่หลับ บำรุงม้าม และบำรุงหัวใจ (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2546)

2.1.1 พันธุ์ลำไย

ลำไยที่พบในปัจจุบันแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะผล เนื้อ เมล็ด และรสชาติ ได้ 2 ชนิด คือ

1. ลำไยเครือหรือลำไยเถา ลำไยชนิดนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria scandens Winit Kerr.* หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *Dimocarpus longan var. obtusus* มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น (pith) ใบมีขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก สีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดโต เนื้อผลบางมีกลิ่นคล้ายกำมะถันปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่จะใช้เพื่อรับประทานผล (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2551)

2. ลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดูก ออกดอกประมาณปลายเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร สูง 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาล เปลือกหนาเนื้อบางสีขาวใส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 19 °brix เมล็ดโต เปลือกลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรงสูงประมาณ 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่า ลำไยกะโหลก มักพบตามป่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย มีอายุยืนมากปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2551)

2.2 ลำไยกะโหลก ลำไยกะโหลกเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่ เนื้อหนาและมีรสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 16-24 °brix มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน ลำไยกะโหลกที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์อีดอ ชมพู แห้ว และเบี้ยวเขียว (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2551)

2.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของลำไยกะโหลก

พันธุ์ดอหรืออีดอ เป็นลำไยพันธุ์เบา คือ ออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุดเพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดีตลาดต่างประเทศนิยมบริโภคสามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋อง และลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีโดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ดอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้เป็น 2 ชนิด คือ อีดอยอดแดง เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีดอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรงไม่ฉีกหักได้ง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบอ่อนมีสีแดง ปัจจุบันอีดอยอดแดงไม่ค่อยนิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บไม่ทันผลจะร่วงเสียหายมาก อีดอยอดเขียว มีลักษณะต้นคล้ายอีดอยอดแดง แต่ใบอ่อนเป็นสีเขียวออกดอกติดผลง่ายแต่อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีดอยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้เป็น 2 ชนิด คือ อีดอก้านอ่อน มีก้านช่อผลอ่อนเปลือกของผลจะบาง และอีดอก้านแข็งก้านช่อผลแข็งเปลือกผลจะหนา ขนาดผลค่อนข้างใหญ่ กว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร และสูง 2.5 เซนติเมตร ทรงกลมแป้น เบี้ยวยกบ่าข้างเดียวผิวสีน้ำตาลมีกระหรือตาห่างสีน้ำตาลเข้มเนื้อค่อนข้างเหนียวสีขาวขุ่นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 20 ° brix เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลางรูปทรงกลมแบนเล็กน้อย

พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แห้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แห้วยอดแดงและแห้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนและสีของยอดแห้วยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง แห้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยากอาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอกัน ผลมีขนาดใหญ่ถึงปานกลาง กว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.6 เซนติเมตร ผลทรงกลมและเบี้ยว ฐานผลบุ๋ม ผิวสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนาแน่น แห้งและกรอบ สี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก แห้วยอดแดงออกดอกง่ายกว่าแห้วยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า แห้วยอดเขียวจึงนิยมปลูกกันมากกว่าแห้วยอดเขียว

พันธุ์ชมพู เป็นลำไยพันธุ์กลาง เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดีนิยมรับประทานในประเทศ พุ่มต้นสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้งเกิดดอกติดผลง่าย ปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.7 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย สีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ มีกระสีคล้ำตลอดผล เปลือกหนา แข็งและเปราะ เนื้อหนาปานกลาง นิ่มและกรอบ สีชมพูเรื่อ ๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้อล่อนรสหวาน กลิ่นหอมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 21-22 ° brix เมล็ดค่อนข้างเล็ก

พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ เจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดี แต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด มักออกดอกเว้นปี ช่อผลหลวม ผลขณะเล็กมีสีเขียว ลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เบี้ยวเขียวก้านแข็ง หรือเบี้ยวเขียวป่าเส้า และเบี้ยวเขียวก้านอ่อน หรือ เบี้ยวเขียวเชียงใหม่เบี้ยวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ดก แต่ขนาดผลใหญ่มาก ติดผลน้อยอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเบี้ยวเขียวก้านอ่อนให้ผลดกเป็นพวงใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ กว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.8 เซนติเมตร ผลทรงกลมแบนและเบี้ยวมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนาแห้งกรอบล่อนง่าย สีขาว รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 22 ° brix เมล็ดค่อนข้างเล็ก

พันธุ์ใบดำหรืออีดำหรือกะโหลกใบดำ เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้คือออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดีแต่มีข้อเสียคือ ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้เพราะติดผลดกมากและเมื่อผลแก่จัดมักมีเชื้อราเจริญปกคลุม ผิวเปลือกทำให้ผลมีสีคล้ำไม่น่าดู ปัจจุบันความนิยมพันธุ์นี้ลดลงอาจเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดีจึงจำหน่ายได้ในราคาต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากออกดอกติดผลดี ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง ผลกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร และสูง 2.3 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลมแบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำ ขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวานปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 20 ° brix เมล็ดขนาดเล็กรูปร่างค่อนข้างยาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตดี ปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขังจึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ ติดผลดก ลักษณะประจำพันธุ์อีกอย่างหนึ่งของพันธุ์นี้ คือ ในระยะออกดอก ใบที่อยู่บริเวณใกล้กับช่อดอกมักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงหล่น ออกดอกและติดผลง่าย ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง กว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีมเนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงมักแฉะ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 17 ° brix เมล็ดรูปทรงป้อม วงขาวบนเมล็ด (placenta) มีขนาดใหญ่มาก

พันธุ์อีเหลืองหรือเหลือง มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมาก ๆ ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร และสูง 2.3 เซนติเมตร เนื้อสีขาวนวล มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 20-21 °brix เมล็ดกลม 8 พันธุ์พวงทอง เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ ขนาดผลกว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.4 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลมีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 22 °brix เมล็ดขนาดปานกลาง รูปทรงกลมแบน

พันธุ์ปู่มาตีนโค้ง มีผลสวยมาก ขนาดใหญ่ สีเขียวให้ผลดก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ปัจจุบันจำนวนต้นของพันธุ์นี้ลดลงเป็นอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่า ๆ ซึ่งมีเหลือเพียงไม่กี่ต้นเท่านั้น

พันธุ์เพชรสาครกจัดว่าเป็นลำไยพันธุ์ทะวาย คือ สามารถออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคมถึงมกราคม และเก็บผลได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคมถึงมกราคม ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก ผลกลม เปลือกบาง ขนาดผลกว้าง 2.7 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตรหนา 2.6 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาวฉ่ำน้ำ มีกลิ่นคาว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 18-20 ° brix เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร และหนา 1.1 เซนติเมตร

พันธุ์ตลับนาค ผลมีขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่ค่อยหวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้นยังมีลำไยอีกหลายพันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ปลูกแพร่หลาย ได้แก่ พันธุ์ใบหยก พันธุ์อีสร้อย พันธุ์บ้านโฮ่ง 60 พันธุ์ดอหลวงและพันธุ์ดอแก้วยี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับลำไยที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกกันมากในปัจจุบันมีอยู่ 4 พันธุ์ คือ พันธุ์อีดอ แห้ว สีชมพู และพันธุ์เบี้ยวเขียว (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2551)

เนื่องจากลำไยเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวาน หอม และมีประโยชน์ทางโภชนาการหลายอย่าง ดังตาราง 2.1 จึงเป็นที่นิยมบริโภคของชาวไทยและชาวต่างประเทศ สามารถบริโภคได้ทั้งในรูปผลสด และในรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ลำไยทั้งเปลือกอบแห้ง เนื้อลำไยอบแห้ง ลำไยดอง ลำไยกวนปรุงรส ลำไยแช่อิ่ม น้ำลำไยผง น้ำลำไยสดหวานเข้มข้น น้ำลำไยแห้งหวานเข้มข้น ลำไยกวน ลำไยกระป๋องหรือบรรจุขวดในน้ำเชื่อม ลำไยแช่แข็ง และแยมลำไย เป็นต้น นอกจากนี้ลำไยผลสด และเนื้อลำไยอบแห้งสามารถประกอบเป็นอาหารคาว หวานชนิดต่าง ๆ ได้ เช่น ข้าวต้มลำไย ข้าวเหนียวเปียกลำไย บัวลอยผลไม้ คุกกี้ลำไย เค้กลำไย ขนมปังลำไย พายลำไย มัฟฟินลำไย เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยอบแห้ง

ส่วนประกอบ		เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้ง
ความชื้น	ร้อยละ	81.10	17.80
ไขมัน	ร้อยละ	0.11	0.48
เส้นใย	ร้อยละ	0.28	1.60
โปรตีน	ร้อยละ	0.97	4.60
เถ้า	ร้อยละ	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	16.98	72.70
พลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100 กรัม	72.79	311.80
แคลเซียม	มิลลิกรัม/100 กรัม	5.70	27.70
เหล็ก	มิลลิกรัม/100 กรัม	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม/100 กรัม	35.50	159.50
โซเดียม	มิลลิกรัม/100 กรัม	-	4.50
โพแทสเซียม	มิลลิกรัม/100 กรัม	-	2,012.00
ไนอาซีน	มิลลิกรัม/100 กรัม	-	3.03
กรดแพนโทเทอนิค	มิลลิกรัม/100 กรัม	-	0.57
วิตามินบีสอง	มิลลิกรัม/100 กรัม	-	0.37
วิตามินซี	มิลลิกรัม/100 กรัม	69.20	137.80

ที่มา : รัตนาและอัจฉรา, 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ผลิตภัณฑ์ชัทนีย์

ผลิตภัณฑ์ชัทนีย์เป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในแถบตะวันออกของโลก มีต้นกำเนิดจากอินเดียตะวันออก ส่วนผสมหลักจะเป็นสมุนไพร เช่น ยี่หร่า หรือสะระแหน่ ส่วนผสมที่ให้รสชาติ ได้แก่ มะพร้าว หัวหอม ขิง และมะขาม โดยรูปแบบทั่ว ๆไปเป็นการสับผักและผลไม้และเคี่ยวกับเครื่องเทศ ได้แก่ หัวหอม น้ำตาล และน้ำส้มสายชู นำมาบรรจุกระป๋องหรือแช่ในตู้เย็น ผลไม้ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ มะม่วง กล้วย แอปเปิล ลูกพีช ลูกพลับ แอพริคอท สับปะรด มะละกอ อินทผลัม รูบาร์บ มะเขือเทศ และมีการผสมผลไม้อื่น ๆ เช่น ลูกเกด ผลิตภัณฑ์ชัทนีย์มีรสหวาน เปรี้ยว และเผ็ดร้อน ในประเทศอินเดียตะวันออกนิยมรับประทานชัทนีย์กับผลิตภัณฑ์เนื้อ และรับประทานกับขนมปัง แครึกเกอร์ ชีส และขนมขบเคี้ยวเพื่อเป็นอาหารว่าง (Elaine, 2005)

ซอสลำไย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.1341-2549 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อลำไยที่สดหรือแห้งและอยู่ในสภาพดีมาบดให้ละเอียด นำมาผสมกับส่วนประกอบอื่น เช่น พริก น้ำส้มสายชู น้ำตาล แป้งข้าวโพด เกลือ ซีอิ๊ว ในสัดส่วนที่เหมาะสม นำไปให้ความร้อนจนมีความข้นหนืดตามต้องการ อาจผสมผัก ผลไม้ หรือเครื่องเทศที่บดละเอียด เช่น อบเชย อาจแต่งสี

คุณลักษณะของซอสลำไยที่ต้องการ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549)

1. ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวที่มีความข้นพอเหมาะ ส่วนประกอบที่ใช้ต้องกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ

2. สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของซอสลำไย

3. กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของลำไย ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

4. สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

6. จุลินทรีย์

6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.2 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.3 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ชัทนีย์และซอสต่าง ๆ

Al-hooti *et al.* (1997) ศึกษาการผลิตชัทนีย์จากอินทผลัมที่ได้จากแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญที่แตกต่างกันในประเทศอาหรับ 5 แหล่ง และทำการเก็บเกี่ยวผลอินทผลัมที่ระยะการสุกที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมไม่พบความแตกต่างด้านประสาทสัมผัสระหว่างชัทนีย์ที่ทำจากผลอินทผลัมที่ได้จากแหล่งปลูกที่ต่างกันทั้ง 2 ระยะของการสุก คือ ระยะ khalal และระยะ kimri และผลทางจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและรามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการเก็บรักษา แต่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และไม่พบ Enterobacteriaceae และโคลิฟอร์มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

Balaswamy *et al* (2004) ศึกษาการผลิตชัทนีย์ผงจากใบมะกรูด โดยมีวิธีการทำแห้งใบมะกรูดแตกต่างกัน 4 แบบ คือ ย่างใบมะกรูดด้วยน้ำมันงาร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ผึ่งไว้ในที่ร่ม อุณหภูมิห้อง (28±1 องศาเซลเซียส) 2 วัน ตากแดด1 วัน และทำแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และนำมาผสมเครื่องเทศในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 พบว่าการใช้ใบมะกรูดที่ย่างด้วยน้ำมันงาร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ผสมกับเครื่องเทศในอัตราส่วน 1:1 และเกลือร้อยละ 10 เป็นสูตรที่ผู้บริโภคพอใจมากที่สุด เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า เครื่องเทศ และใบมะกรูดสด พบว่า ใบมะกรูดสดมีความชื้นร้อยละ70 ชัทนีย์ผงจากใบมะกรูดมีความชื้นเพียงร้อยละ 5 ไขมันร้อยละ 14.2 ซึ่งได้จากการย่างใบมะกรูดด้วยน้ำมันงา เครื่องเทศ มีปริมาณเถ้า ปริมาณ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด คือ ร้อยละ 4.1 19.4 และ 57 ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ทางการค้ามีปริมาณเส้นใยและเกลือสูง คือ ร้อยละ 7.7 และร้อยละ 15.9 ตามลำดับ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชัทนีย์ผงจากใบมะกรูด เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์มีค่าลดลง โดยค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดลงจาก 68.4 mg เป็น30.2 mg และ 373.0 mg เป็น 141.1 mg ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และการยอมรับรวมระหว่างการเก็บรักษาที่ 0 30 60 และ 90 วัน

Balaswamy *et al.* (2004) ศึกษาส่วนประกอบ อายุการเก็บรักษา และความคงตัวที่มีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ชัทนีย์หอมหัวใหญ่และพริก เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีสมบัติทางเคมีโดยประมาณและสมบัติทางกายภาพ ดังนี้ ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 2.80 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ เท่ากับ 0.86 ความชื้นร้อยละ 54.0 ปริมาณเถ้าทั้งหมดร้อยละ 0.80 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.27 ปริมาณเกลือร้อยละ 9.0 เส้นใยร้อยละ 5.80 ไขมันร้อยละ 12.50 โปรตีนร้อยละ 3.30 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.60 โดยค่าความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) นาน 6 เดือน สำหรับผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษาซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง และผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลงจาก $12x10^3$ cfu/ml เหลือเพียง $<10^2$ cfu/ml และปริมาณยีสต์และราลดลงเหลือระดับศูนย์เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา นาน 6 เดือน

Prabhakara *et al.* (2004) ศึกษาการผลิตชัทนีย์ผงจากใบมะขามที่มีการเพิ่มคุณค่าของโปรตีนด้วยถั่วลิสงและงา ผลการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ พบว่า ในผลิตภัณฑ์ชัทนีย์ผงจากใบมะขามที่มีการเพิ่มคุณค่าของโปรตีนด้วยถั่วลิสงและงามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.85 และ 15.75 ไขมันร้อยละ 19.43 และ 22.85 ธาตุเหล็ก 22.45 มิลลิกรัม/100 กรัม ทั้งสองชนิด และแคลเซียม 189.3 และ304.28 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีการเพิ่มคุณค่าของโปรตีนด้วยงามากกว่าถั่วลิสง และผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนาน 180 วัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในภาชนะ 2 ชนิด คือ polyethylene และ metallized polyester polyethylene laminate pouches ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ภาชนะที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพียงเล็กน้อย และปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และ peroxide value มีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษาที่ระยะเวลา 120 วัน แต่ไม่พบกลิ่นเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Alastair and Neelab (2004) ศึกษาการผลิต hot sauce จากผลมะเฟือง และศึกษาปริมาณน้ำเกลือที่ใช้แช่ (โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0 5 10 และ15) และผสมเนื้อมะละกอที่ร้อยละ20 และ50 ทำการเคี่ยวที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที กับเครื่องเทศและสมุนไพร วิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* c* และ h* เท่ากับ 44.1 20.6 และ 92.3 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก เท่ากับ 0.10 กรัม /100 กรัม ความข้นหนืด 15 เซนติเมตรต่อ30 วินาที ความเป็นกรด-ด่าง 3.69 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10.42 °brix และปริมาณเกลือ 20.1 มิลลิกรัม/ 50 มิลลิลิตร ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่า ซอสที่แช่ในน้ำเกลือร้อยละ 5 และผสมเนื้อมะละกอที่ร้อยละ20 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ซอสมะละกอทางการค้า และผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 30 cfu/ml จากการทดสอบผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 95

Tummala *et al.* (2006) ศึกษาการผลิตชัทนีย์ผงกึ่งสำเร็จรูปจากฝักมะขามสด และทำการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณเปรียบเทียบกับชัทนีย์ผงจากฝักมะขามสด พบว่า ชัทนีย์ผงกึ่งสำเร็จรูปจากฝักมะขามสดและชัทนีย์ผงจากฝักมะขามสดมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดทาร์ทาริกร้อยละ 5.80 และ12.58 เส้นใยร้อยละ 12.77 และ18.74 โปรตีนร้อยละ 7.74 และ10.25 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 41.04 และ 61.41 ไขมันร้อยละ 3.72 และ 2.54 แคลเซียม 64.20 และ 111.82 มิลลิกรัม/100 กรัม ธาตุเหล็ก 9.55 และ 4.53 มิลลิกรัม/100 กรัม และพลังงาน 228.6 และ 309.5 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ เมื่อทำการเก็บรักษาใน polyethylene pouches ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ปริมาณของ polyphenol มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาทั้งในผลิตชัทนีย์ผงกึ่งสำเร็จรูปและชัทนีย์ผงจากฝักมะขามสด และคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

อนุชาการ (2541) ศึกษาการผลิตชัทนีย์โดยการผสมสับปะรด แครอท และมะละกอดิบ และทดลองหาสัดส่วนผักและผลไม้ที่เหมาะสมซึ่งพิจารณาจากการกระจายตัว และสัดส่วนของผักและผลไม้ พบว่าสัดส่วนที่ทำให้อัตราส่วนของคะแนนต่อค่าอุดมคติที่ต้องการ (เท่ากับ 1) มากที่สุด คือ สับปะรด 32.6 กรัม แครอท 15 กรัม และมะละกอดิบ 15 กรัม ในการศึกษาเพื่อปรับปรุงกลิ่นและรสชาติ พบว่า การใช้กรดซิตริกร้อยละ 1 ทำให้คะแนนด้านรสเปรี้ยวและการยอมรับรวมเพิ่มขึ้น และการใช้เกลือร้อยละ 1 ทำให้คะแนนด้านกลิ่นเครื่องเทศเพิ่มขึ้น ในการศึกษาการใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) พบว่า ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ร้อยละ 0.03 มีผลทำให้คะแนนด้านความหนืดและการยอมรับรวมสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุภกาญจน์ และวิษฐิดา (2550) ศึกษาการผลิตซอสข้นจากสับปะรดโดยการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์ซอสข้นจากสับปะรดเป็นเครื่องปรุงรสชนิดเผ็ดที่ช่วยเพิ่มรสชาติอาหาร ใช้รับประทานกับอาหารประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะประเภททอด ผลจากการพัฒนาสูตรซอสข้นจากสับปะรดโดยศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณสับปะรด พริกชี้ฟ้าดอง และน้ำตาลทราย พบว่า สูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม คือ สับปะรดร้อยละ 55.8 พริกชี้ฟ้าดองร้อยละ 13.95 และน้ำตาลทรายร้อยละ 23.25 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที ผลิตภัณฑ์ซอสข้นจากสับปะรดที่พัฒนาได้มีค่าความข้นหนืด 5500 centipoises ผลิตภัณฑ์มีสีส้มเหลือง โดยมีค่าสี L* c* และ h* เท่ากับ 28.30, 50.81 และ51.17 ตามลำดับ มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.96 ความเป็นกรด-ด่าง 3.96 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 37 °brix จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขณะเก็บรักษา พบว่า เมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนจากสีส้ม-เหลือง เป็นสีส้ม-แดง และมีความเข้มมากขึ้น ความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง สำหรับคุณภาพทางเคมีมีค่าคงที่ ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรามีปริมาณไม่เกินกว่าปริมาณที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทซอสพริกกำหนดไว้ จากการทดสอบผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบรวมในผลิตภัณฑ์ระดับชอบปานกลาง มีการยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 90 และสนใจที่จะซื้อหรือแนะนำให้ที่บ้านซื้อผลิตภัณฑ์ซอสข้นจากสับปะรดร้อยละ 89

2.3 การจำแนกประเภทอาหารตามค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

อาหารสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท ตามค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (ไพโรจน์, 2539) ดังนี้

1. High moisture Food (HMF) เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_W) อยู่ในช่วง 0.85-1.00

2. Intermediate moisture Food (IMF) เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_W) อยู่ใน ช่วง 0.65-0.85

3. Low moisture Food (LMF) เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_W) อยู่ในช่วง 0.01-0.65

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 ประเภทอาหารตามค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_W)

ประเภทอาหาร	A_w	**NaCl** (%)	**Sucrose** (%)	**ตัวอย่าง**
HMF	0.95-1.00	0-8	0-44	อาหารสด เนื้อ ปลา ไข่ ไก่ ผักผลไม้ อาหารกระป๋อง ประเภทผลไม้ในน้ำเชื่อม ผักในน้ำเกลือ ไส้กรอก เนยเหลว
	0.90-0.95	8-14	44-59	เนยแข็ง ขนมอบ แฮมดิบ น้ำส้มเข้มข้น
IMF	0.80-0.95	14-19	59-อิ่มตัว (A_w 0.86)	เนยเชดด้า ลูกกวาด นมข้นหวาน แยม
	0.70-0.80	19-อิ่มตัว (A_w 0.75)	- -	กากน้ำตาล ปลาเค็ม
	0.60-0.70	-	-	ผลไม้แห้ง น้ำเชื่อม
LMF	0.50-0.60	-	-	ชอกโกแลต น้ำผึ้ง ขนมฉาบน้ำตาล ก๋วยเตี๋ยว
	0.40	-	-	ไข่ผง โกโก้
	0.30	-	-	ขนมปังกรอบ เค้กผสม
	0.20	-	-	นมผง ผักแห้ง

ที่มา : Troller and Christian (1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.1 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate moisture food, IMF) หรืออาหารกึ่งแห้ง

อาหารกึ่งแห้ง หมายถึง อาหารที่มีค่า $\mathbf{A_w}$ อยู่ในช่วง 0.65 – 0.85 หรือมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ร้อยละ 65 – 85 และมีความชื้นประมาณร้อยละ 15-30 เช่น กุนเชียง เนยแข็งบ่ม แฮมแห้ง ฟรุตเค้ก แยม ผลไม้แห้ง ลูกกวาด รวมทั้งอาหารสัตว์เลี้ยง เป็นต้น (ไพโรจน์, 2539)

2.3.2 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ (Non-Enzymic Browning Reaction or Maillard Reaction) ของอาหารกึ่งแห้ง

อาหารกึ่งแห้งประกอบประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรด โปรตีน ไขมัน กรด และรงควัตถุ ส่วนประกอบเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา ทำให้เกิดสีน้ำตาล (Maillard Reaction)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด คือ

อุณหภูมิ อัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นภาวะที่สารมีความเข้มข้นสูง และอุณหภูมิสูงจะเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด เนื่องจากเกิด autocatalytic อัตราเร็วของปฏิกิริยานี้จะเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส ถ้าในอาหารมีน้ำตาลฟรักโตสจะทำให้อัตราเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 5-10 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส และเพิ่มเร็วขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำตาลมากขึ้น ความเข้มของสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอปฏิกิริยาเมลลาร์ดให้ช้าลงได้

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนิลกับกับเอมีนสามารถยับยั้งได้เมื่อลดค่าความเป็นกรด-ด่างให้ต่ำลง เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3 น้ำตาลจะมีความคงตัวที่สุดในรูป pyranose hemiacetal ring เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นรูป reactive acyclic aldehydo ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวกันระหว่างน้ำตาลและเอมีนได้อย่างรวดเร็ว การที่ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดช้าลง ดังนั้นการสูญเสียกรดอะมิโนซึ่งมีสมบัติเป็นด่างในปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเป็นการยับยั้งปฏิกิริยาด้วยตัวเองได้ (self inhibition)

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ($\mathbf{A_w}$) น้ำหรือ $\mathbf{A_w}$ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ด เช่น ในภาวะแห้งน้ำตาลกลูโคสกับกรดอะมิโนไกลซีนจะคงตัวและไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดถึงแม้จะมีอุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียสก็ตาม แต่เมื่อมีน้ำเพียงเล็กน้อยปฏิกิริยาเมลลาร์ดก็จะเกิดขึ้นทันที ดังนั้นที่อุณหภูมิต่ำการเกิดปฏิกิริยานี้จึงขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลเป็นรูป reactive

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

aldehydo แต่ที่อุณหภูมิสูงการสูญเสียน้ำออกจากโมเลกุลของน้ำตาลจะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดเพราะทำให้มีน้ำเกิดขึ้น อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะช้าลงอีกครั้งเมื่อมีปริมาณน้ำมากจนทำให้สับสเตรตเจือจางลง ซึ่งปริมาณน้ำสูงสุดสำหรับปฏิกิริยาสีน้ำตาล คือ ประมาณร้อยละ 30

ออกซิเจนไม่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากออกซิเจนจะช่วยออกซิไดส์สารอื่นให้เป็นรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้จึงเกิดขึ้นได้ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ส่วนแร่ธาตุที่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ด ได้แก่ ไอออนทองแดง เหล็ก และสังกะสี

2.3.3 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารกึ่งแห้ง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารกึ่งแห้งก่อให้เกิดผลดังต่อไปนี้

สูญเสียการยอมรับจากผู้บริโภค การเกิดกลิ่นที่ไม่ปกติ (off-flavour) โดย maillard reaction และการเกิดการเหม็นหืนโดยการเกิดออกซิเดชันพวกน้ำมันและไขมัน อีกทั้งยังทำให้เกิดสีที่ไม่ต้องการ ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่า protein digestibility ลดลง

สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหารและวิตามิน อาหารกึ่งแห้งมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.65-0.85 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิด maillard reaction ร่วมกับการเกิดออกซิเดชันสารประกอบพวก ascorbic acid ได้อย่างรวดเร็ว การเกิดสีน้ำตาลจะทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหาร มีการสูญเสียน้ำตาลโดยเฉพาะมีการสูญเสียกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น lysine ซึ่งเป็น basic amino ที่สำคัญโดยปริมาณ lysine ในหนูทดลองจะลดลงจาก 20 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนัก เป็น 4.1 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนัก อีกทั้งมีการสูญเสียกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบด้วย

อาจเกิดความเป็นพิษได้ ได้มีการศึกษานำเอาผลิตภัณฑ์ที่เกิด maillard reaction ไปให้หนูทดลองกินจะทำให้หนูทดลองมีน้ำหนักลดลง จะเกิด organ enlargement อีกทั้ง pregnancy ไม่ทำงาน (ไพโรจน์, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของอาหารกึ่งแห้ง

ในอาหารกึ่งแห้งส่วนใหญ่จะมีความคงทนต่อจุลินทรีย์มากกว่าอาหารสดอื่นๆ เพราะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้น้อยกว่าอาหารสด จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารกึ่งแห้งเสื่อมเสียส่วนใหญ่จะเป็นพวก osmophilic yeast และ xerophilic microfungi ซึ่งจะสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อชีวิตของมนุษย์ เช่น aflatoxin, ochratoxin, fusarenon-X, T-2 toxin, zearalenone (F-2 toxin) และอื่นๆ

สำหรับแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ (food poisoning bacteria) ที่สามารถเจริญได้ในที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำที่มีความสำคัญมาก คือ *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium* ถ้าเก็บอาหารในสภาพที่ไม่มีอากาศ ดังตารางที่ 2.3

ตาราง 2.3 จุลินทรีย์ที่มีแนวโน้มในการเจริญและสร้างสารพิษในอาหารกึ่งแห้ง

แบคทีเรีย	ยีสต์	เชื้อรา
Pediococcus	*Hansenula*	*Cladosporium*
Streptococcus	*Candida*	*Paecilomyces*
Micrococcus	*Hanseniaspora*	*Penicillium*
Lactobacillus	*Torulopsis*	*Aspergillus*
Vibrio	*Debaryomyces*	*Emericella*
Staphylococcus	*Saccharomyces*	*Eremascus*
Halophilic bacteria		*Wallemia*
		Eurotium
		Chrysosporium
		Monascus

ที่มา : Leistner and Rodel (1976)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในอาหารกึ่งแห้งไม่เพียงแต่การลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จนไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับอิทธิพลของอุณหภูมิ Redox potential, pH, preservative และพวก competitive microflora ถ้าหากปรับค่าต่างๆไม่ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตก็สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้เช่นกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์ในอาหารกึ่งแห้ง

จากการศึกษาของ Scott (1953) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของ *S. aureus* 14 สายพันธุ์ ทั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารบริโภคของมนุษย์ พบว่าที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.85 ไม่พบการเจริญเติบโตของ *S.aureus* ทั้ง 14 สายพันธุ์ ทั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารบริโภคของมนุษย์ ดังนั้นในอาหารกึ่งแห้งที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เท่ากับ 0.85 หรือต่ำกว่า การเพิ่มของ *S.aureus* จึงไม่น่าจะเป็นไปได้

Troller (1975) รายงานการสร้าง enterotoxin Aและ B โดยเชื้อ *S.aureus* ดังนี้ ไม่พบ enterotoxin A ใน shrimp slurries ที่ treat ด้วย glycerol ที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.93 และพบว่าการเจริญของ *S.aureus* ลดลง ส่วนใน potato doughs ที่ treat ด้วย glycerol การสร้าง enterotoxin A เกิดขึ้นที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.93 แต่ไม่เกิดที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.88 ส่วน enterotoxin B เกิดที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.93 สำหรับ glycerol shrimp slurries และที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.97 สำหรับ potato doughs

Pitt (1975) ได้รายงานว่าการสูญเสียของอาหารกึ่งแห้งเกิดจากเชื้อราพวก Xerophilic fungi แม้ว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จะต่ำสุดแล้วก็ตาม และได้มีการศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ *Wallemia sebi, Penicillium sp.* และ *Eurotium glaucus* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส พบว่า *E. glaucus* มีความทนทานต่อการลดลงของค่าความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า *W. sebi* และ *Penicillium sp.* ที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าและเท่ากับร้อยละ 80 จึงเจริญได้ช้ากว่า แต่ที่ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ 84 เชื้อ *E. glaucus* มีความทนทานเพิ่มขึ้นทำให้เจริญได้ดีขึ้น แต่ถ้าเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้มากกว่าร้อยละ 84 จะพบว่าเชื้อราทั้ง 3 ประเภทเกิดขึ้น แม้ว่าจะเก็บไว้ไม่นานก็ตาม จึงควรหลีกเลี่ยงและหาวิธีการผลิตอาหารให้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เหมาะสมที่ให้มีเชื้อราปะปนน้อยที่สุดในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Davies *et al.* (1976) ได้รวบรวมข้อมูลที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่าง กับปริมาณเกลือ ในการเจริญของ *S.aureus* แสดงให้เห็นว่าการเจริญจะเกิดขึ้นที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 ความเข้มข้นของเกลือแกงที่ร้อยละ8-10 คิดเป็นน้ำหนักต่อปริมาตรหรือความเข้มข้นของเกลือแกงที่ร้อยละ 16 ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับหรือมากกว่า 6

รัตนวรรณ (2547) ศึกษาการผลิตเครื่องปรุงรสพริกไทยดำ จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องปรุงรสพริกไทยดำมีส่วนผสมดังนี้ น้ำมันพืชร้อยละ31.25 พริกไทยร้อยละ17.50 น้ำตาลทราย 15.60 กระทียมร้อยละ 15.00 เกลือร้อยละ 9.40 ซีอิ๊วร้อยละ 9.40 และลูกผักชีร้อยละ1.85 นำส่วนผสมมาปั่นผสมรวมกัน และฆ่าเชื้อในระดับการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที เครื่องปรุงรสพริกไทยดำที่ได้มีค่าสี L a และ b เท่ากับ 22.51 0.93 และ 1.59 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.652 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.87 ความชื้นร้อยละ 9.16 และมีองค์ประกอบ ได้แก่ ไขมันร้อยละ30.34 เกลือร้อยละ 9.53 และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 19.44 สำหรับคุณภาพด้านจุลชีววิทยา พบว่า มีปริมาณ aerobic bacteria plate count จำนวน 3.0×10^3 cfu/ml ไม่พบยีสต์และรา และพบโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN ต่อกรัมของตัวอย่างน้อยกว่า 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบเนื้อสัตว์ที่ผัดด้วยผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกไทยดำในระดับชอบมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 8.16

ข้อแนะนำในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารกึ่งแห้ง (ไพโรจน์, 2539)

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารกึ่งแห้ง ควรมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ต่ำ โดยเฉพาะแบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อรา วัตถุดิบที่เตรียมเพื่อผลิตอาหารกึ่งแห้งควรมีการผ่านความร้อน เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ในขณะเดียวกันเพื่อทำลายเอนไซม์บางอย่างที่จะทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติเสียไป

2. การเตรียมอาหารกึ่งแห้งควรจะทำการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบก่อนในตอนแรกและภายใต้ความเย็นในบางขั้นตอน เพื่อความมั่นใจต่อปริมาณจุลิทรีย์เริ่มต้น ซึ่งควรจะน้อยที่สุดเท่าที่สามารถจะกระทำได้ การผลิตควรจะผลิตแบบ adsorption มากกว่า desorption

3. ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งที่ผู้บริโภคยอมรับควรมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้น้อยกว่า 0.85 ความเป็นกรด-ด่าง น้อยกว่า 5 จึงสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของ *S. aureus*

4. อาหารหรือผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งควรบรรจุในภาชนะที่มีการป้องกันออกซิเจนเข้าออกได้ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียและเกิดสารพิษได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การใช้สารกันรา (fungistatic substances) เช่น sorbic acid, propylene glycol, glycerol, parabens และdiols จะช่วยเพิ่มความทนทานต่อยีสต์และเชื้อราได้มากขึ้น

6. ควรมีการศึกษาถึง competitive microflora เพราะจุลินทรีย์พวกนี้มีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ในอาหารกึ่งแห้งได้

7. เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ การเปลี่ยนแปลงกลิ่น รสชาติ การเสื่อมคุณภาพ และการเน่าเสียของอาหารจากจุลินทรีย์ การเก็บรักษาอาหารกึ่งแห้งควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง

2.4 สารเพิ่มความหนืด (thickeners)

สารเพิ่มความหนืดเป็นสารที่ใช้ในการพัฒนาเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร สารเพิ่มความหนืดแต่ละชนิดมีหน้าที่เฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหาร บางชนิดอาจทำหน้าที่ได้เพียงอย่างเดียว แต่บางชนิดสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น เป็นทั้งสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว หรือเป็นเฉพาะสารเพิ่มความหนืดและสารเพิ่มความคงตัวเท่านั้น เช่น แป้ง และกัม เป็นต้น สารเพิ่มความหนืดที่ใช้ในการศึกษา คือ แซนแทนกัม (xanthan gum) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และแป้งดัดแปร (modified starch)

2.4.1 แซนแทนกัม (xanthan gum) หรือ polysaccharide B -1459 (นิธิยา, 2545)

แซนแทนกัม หรือ polysaccharide B-1459 เป็นกัมที่ได้โดยการหมักด้วยแบคทีเรียบริสุทธิ์ คือ *Xantomonas campestris* หลังจากเกิดกระบวนการหมักแล้ว จะนำสารละลายที่ได้มาตกตะกอนเอาแซนแทนกัมออก ด้วยไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ทำให้แห้งและบดให้เป็นผงละเอียด

แซนแทนกัม หรือเรียกชื่อทางการค้าว่า Keltrol เป็นเฮเตอโรพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนสและกรดกลูคูโรนิกในอัตราส่วน 2.8:3:2 มีหมู่แอซิติลประมาณร้อยละ 4.7 และกรดไพรูวิกประมาณร้อยละ 3 โดยน้ำตาลกลูโคสต่อกับแมนโนสด้วยพันธะ β-(1⟶4) และน้ำตาลแมนโนสที่เป็นสายแขนงต่อกับสายหลักด้วยพันธะ (1⟶2) หรือ (1⟶3) ส่วนกรดกลูคูโรนิคต่อกันด้วยพันธะ β-(1⟶2) แซนแทนกัมไม่มีสมบัติเป็น gelling agent แต่สามารถเกิด thermo-reversible gel ที่มีความยืดหยุ่นได้เมื่อใช้ร่วมกับโลคัสต์บีนกัม และเมื่อร่วมกับกัวร์กัมจะให้สารละลายที่มีความหนืดสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แซนแทนกัมนิยมใช้มากในอาหาร เพราะมีสมบัติที่สำคัญ คือ กระจายตัวและละลายได้ดีทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงถึงแม้จะมีความเข้มข้นต่ำและทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและพีเอชโดยเฉพาะความหนืดของสารละลายแซนแทนกัมจะคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส หรือพีเอชจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-13 ก็ตาม นอกจากนี้สารละลายแซนแทนกัมยังมีสมบัติเป็นซูโดพลาสติก ซึ่งมีความสำคัญต่อกลิ่น ลักษณะปรากฏ และความรู้สึกเมื่ออาหารอยู่ในปาก (mouthfeel)

แซนแทนกัมใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดทั้งที่เป็น suspension และอิมัลชัน ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว และทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ดี เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม เพราะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อความหนืดน้อยมาก เช่น ความหนืดจะไม่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

แซนแทนกัมที่ผสมกับโลคัสต์บีนกัมนิยมใช้กับอาหารประเภท dessert gel และซอสมะเขือเทศสำหรับพิซซ่า และไส้พาย เป็นต้น นอกจากนั้นยังผสมกับทั้งโลคัสต์บีนกัมและกัวร์กัมในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ความหนืด และมีสมบัติเฉพาะตามต้องการสำหรับอาหารชนิดหนึ่งๆ เช่น ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมหวานแช่เยือกแข็ง น้ำสลัด ครีมเปรี้ยว ผลไม้ไซรัป ไอศกรีม pasteurized process cheese spread และ cottage cheese เป็นต้น

ในภาวะที่เป็นกรดแซนแทนกัมสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนทำให้เกิดการตกตะกอนทั้งชนิดตะกอนนอนก้น (precipitation) และ/หรือตะกอนแขวนลอย (flocculation) อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาระหว่างแซนแทนกัมกับโปรตีนในภาวะที่เป็นกรดสามารถควบคุมได้โดยการเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ส่วนผสมของแซนแทนกัมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส จะใช้กับเครื่องดื่มที่มีเนื้อของผลไม้ topping และน้ำเชื่อม เพื่อให้ได้ความข้นหนืดและมีอนุภาคแขวนลอยได้ตามที่ต้องการ

ส่วนผสมของแซนแทนกัมกับโลคัสต์บีนกัมที่มีคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสผสมอยู่ด้วยจะใช้กับ acidified milk gel และ acidified yoghurt

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2 กลูโคสไซรัป (glucose syrup)

กลูโคสไซรัป (คอร์นไซรัปหรือแบะแซ) ได้จากการนำแป้งที่บริโภคได้ เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งมันฝรั่ง มาทำการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือเอนไซม์เพียงบางส่วน โดยผ่านการทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้นขึ้น กลูโคสไซรัปที่ได้จะเป็นสารละลายเนื้อเดียวกันของ D (+)- gluc0se มอลโทส และพอลิเมอร์อื่น ๆ ของกลูโคสในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยตัวกลางและกระบวนการที่ต่างกันแสดงดังตาราง 2.3 ระดับการสลายตัวของแป้งจะมีผลต่อชนิดและสมบัติของกลูโคสไซรัปที่นิยม ซึ่งนิยมกำหนดด้วยค่าสมดุลเด็กซ์โตรส (dextrose equivalent) หมายถึง ปริมาณของน้ำตาลรีดิวส์ในรูป D-glucose ที่มีในน้ำหนักแห้งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ หากการไฮโดรไลซ์แป้งแล้วทำให้โมเลกุลของแป้งกลายเป็นสายตรงทั้งหมด เรียกว่า เด็กซ์ตริน ผลผลิตจะมีค่า D.E. เป็นศูนย์ และหากไฮโดรไลซ์แป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมดผลผลิตจะมีค่า D.E. เป็น 100 ปกติกลูโคสไซรัปที่ผลิตได้จะมีค่า D.E. อยู่ในช่วงกว้างมาก (สายสนมและสิริ, 2539)

2.4.2.1 ชนิดของกลูโคสไซรัป

กลูโคสไซรัปแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ตามค่า D.E. ที่ผลิตได้

- กลูโคสไซรัปชนิดที่มีค่า D.E. ต่ำ (low conversion) มีค่า D.E. 20-38
- กลูโคสไซรัปชนิดที่มีค่า D.E. ปกติ (regular conversion) มีค่า D.E. 38-48
- กลูโคสไซรัปชนิดที่มีค่า D.E.ปานกลาง (intermediate conversion) มีค่า D.E. 48-58
- กลูโคสไซรัปชนิดที่มีค่า D.E. สูง (high conversion) มีค่า D.E. 58-68
- กลูโคสไซรัปชนิดที่มีค่า D.E. สูงมาก (extra high conversion) มีค่า D.E. สูงกว่า 68

สำหรับแป้งที่นำมาย่อยแล้วได้ค่า D.E. ต่ำกว่า 20 จะไม่เรียกว่ากลูโคสไซรัป แต่จะเรียกว่ามอลโตเดกซ์ตริน

ผลิตภัณฑ์กลูโคสไซรัปที่จำหน่ายทั่วไปจะมีลักษณะทั้งที่เป็นกึ่งแข็งกึ่งเหลว ข้นหนืด และลักษณะที่เป็นผง ตามมาตรฐานทางการค้าจะต้องมีสารแห้ง (dry substance) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ตามปกติจะมีอยู่ร้อยะ 80-82 ต้องมีค่า D.E. ไม่ต่ำกว่า 20 มีเถ้าซัลเฟตได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนักแห้ง ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ควรต่ำกว่า 20 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm) แต่ชนิดที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาดอนุญาตให้มีได้ถึง 400 ppm (สายสนมและสิริ, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำ จะมีความหนืดสูง มีความหวานต่ำ ช่วยป้องกันการตกผลึกได้ดีมีการดูดซับน้ำต่ำ (สายสนมและสิริ, 2539) ส่วนกลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. สูง จะมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ง่ายขึ้นกว่าแบบที่มีค่า D.E. ต่ำ เนื่องจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์เป็นน้ำตาลรีดิวส์มากขึ้น ในทางปฏิบัติ การผลิตผลิตภัณฑ์ confectionery จะคำนึงถึงสมบัติที่สำคัญบางประการของน้ำตาล ได้แก่ การดูดความชื้น การเกิดสีน้ำตาล การควบคุมการตกผลึก ความหวาน ความหนืด การเหนียวติดกัน และคุณค่าทางโภชนาการ ตามลำดับ (สุวรรณา, 2543)

2.4.2.2 สมบัติที่สำคัญบางประการของกลูโคสไซรัป

ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบวิธีง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการแบ่งชนิดของกลูโคสไซรัป คือ การวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ ซึ่งจะไม่แสดงอัตราส่วนของน้ำตาลแต่ละชนิดที่เป็นส่วนประกอบของกลูโคสไซรัป ส่วนวิธีที่เหมาะสมในการตรวจสอบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบ คือ การใช้เครื่อง high performance liquid chromatography (HPLC) ส่วนประกอบของกลูโคสไซรัปจะแตกต่างกันตามกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิตและเอนไซม์ที่นำมาใช้ไฮโดรไลซ์แป้ง และความสัมพันธ์ระหว่างค่า D.E. และสมบัติของกลูโคสไซรัป แสดงดังตาราง 2.4 และ 2.5

สมบัติของกลูโคสไซรัป มีดังนี้

1. รสหวานของกลูโคสไซรัป ขึ้นอยู่กับปัจจยต่างๆ ดังนี้
   - รสหวานจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น
   - รสหวานเพิ่มขึ้นเมื่อค่า D.E. เพิ่มขึ้น
   - รสหวานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
   - รสหวานลดลงเมื่อความเป็นกรดเพิ่มขึ้น
   - รสหวานลดลงเมื่อความหนืดเพิ่มขึ้น

2. ความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (equilibrium relative humidity ; ERH) ต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม จะสูญเสียความชื้นออกไป ดังนั้น กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. สูง ซึ่งมีค่า ERH ต่ำ จะมีโอกาสที่จะดูดความชื้นได้สูง ในขณะที่กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำ จะมีค่า ERH เพิ่มสูงขึ้นจะมีโอกาสที่จะดูดความชื้นจากบรรยากาศได้ต่ำ นอกจากนี้ เกลืออนินทรีย์จะทำให้อัตราเร็วในการดูดความชื้นจากบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น (ศิริลักษณ์, 2525)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.4 ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบของกลูโคสไซรัปที่ผลิตโดยใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

D.E.กลูโคสไซรัป	**วิธีการผลิต**	**Dextrose**	**Maltose**	**Maltotrose**
42	ใช้กรด	19	14	12
	กรด-เอนไซม์	6	45	12
	เอนไซม์-เอนไซม์	3-4	40-45	20-25
25-29	Low temperature	3-4	11-13	12-13
	Heat stable	2-3	10-12	15-17

ที่มา : Belitz and Grosch (1987)

3. ความหนืดของกลูโคสไซรัปขึ้นกับอุณหภูมิ ความเข้มข้น และอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบ โดย

- เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปลดลง
- เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้น
- เมื่อน้ำตาลที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ในกลูโคสไซรัปมีปริมาณเพิ่มขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น หากมีน้ำตาลโมเลกุลขนาดเล็กเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง

4. การเกิดสี ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสี คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยเกิดจากคาร์โบไฮเดรตทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาล วิธีการลดการเกิดสี คือ การลดปริมาณโปรตีน การเพิ่มซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การลดค่าความเป็นกรด-ด่าง และการลดค่า D.E. ของกลูโคสไซรัปให้ต่ำลง ซึ่งจะทำให้หมู่อัลดีไฮด์อิสระลดลงจึงเกิดปฏิกิริยาได้น้อยลง (ศิริลักษณ์, 2525)

5. การเกิดผลึก ในการผลิตอาหารที่มีน้ำตาลทราย น้ำตาลกลูโคส หรือน้ำตาลแลกโทสปริมาณสูงจะเกิดการตกผลึกของน้ำตาลได้ง่าย ดังนั้น จึงต้องป้องกันโดยการใช้มอลโตเดกซ์ตริน หรือกลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำ การศึกษาผลของกลูโคสไซรัปในการควบคุมการเกิดผลึกของน้ำตาลซูโครส โดยใช้สารละลายผสมระหว่างน้ำตาลซูโครสและกลูโคสไซรัปที่มีความเข้มข้นรวมร้อยละ 10 นำไปทำให้แห้งด้วยวิธีอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งและบดให้เป็นผง เก็บรักษาไว้ในโถสุญญากาศ ที่มีสารดูดความชื้น พบว่าการใช้กลูโคสไซรัปที่ปริมาณร้อยละ 10 และ 20 โดยน้ำหนักของน้ำตาลทั้งหมดมีผลรบกวนการเกิดผลึกของน้ำตาลซูโครสที่มีอยู่ในรูปอสัณฐาน ในขณะที่การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D.E และสมบัติของกลูโคสไซรัป

สมบัติหรือบทบาท	**D.E.ของกลูโคสไซรัป**				
	20-38	38-48	48-58	58-68	68 ขึ้นไป
ช่วยสีคงตัว	น้อย	→	→	→	มาก
ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล	น้อย	→	→	→	มาก
ใช้เป็นอาหารของยีสต์	น้อย	→	→	→	มาก
ช่วยเพิ่มกลิ่นรส	น้อย	→	→	→	มาก
เป็นตัวกลางนำพากลิ่นรส	น้อย	→	→	→	มาก
ดูดความชื้น	น้อย	→	→	→	มาก
ความหวาน	น้อย	→	→	→	มาก
การให้เนื้อ	มาก	←	←	←	น้อย
การเหนียวติดกัน	มาก	←	←	←	น้อย
ป้องกันไม่ให้น้ำตาลตกผลึก	มาก	←	←	←	น้อย
ความหนืด	มาก	←	←	←	น้อย
ทำให้ผลิตภัณฑ์ชุ่มชื้น	←	←	เท่ากัน	→	→
ทำให้ผลิตภัณฑ์แวววาว	←	←	เท่ากัน	→	→
ผลต่อสารละลาย	←	←	เท่ากัน	→	→
สามารถควบคุมให้เกิดผลึก	←	←	เท่ากัน	→	→

ที่มา : Jackson and Howling (1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้กลูโคสไซรัปปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป จะสามารถป้องกันการเกิดผลึกของน้ำตาลซูโครสได้ (Gabarra and Hartel, 1998)

6. การช่วยเสริมกลิ่น กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. สูง จะช่วยเสริมกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์

7. การเกิดความเลื่อมมัน กลูโคสไซรัปช่วยให้ผลิตภัณฑ์หลายชนิดมีลักษณะปรากฏเลื่อมมัน เช่น ผลไม้แห้ง เค้ก และไอซิ่ง (ศิริลักษณ์, 2525)

2.4.3 แป้งดัดแปร (modified starch)

แป้งดัดแปรตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมี และ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ชี้บ่งต่างๆ ของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535)

วิธีการดัดแปรแป้ง ทำได้ 3 วิธี คือ (นิธิยา, 2545)

1. วิธีทางเคมี
2. วิธีทางกายภาพ
3. วิธีการใช้เอนไซม์

2.4.3.1 การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางเคมี

การดัดแปรแป้งวิธีนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลแป้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การใช้กรด หรือออกซิไดซิงเอเจนต์ ทำลายโครงสร้างธรรมชาติของแป้งให้มีขนาดเล็กลง เพื่อลดความหนืดของสารละลายแป้งเมื่อได้รับความร้อน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีหลายแบบ เช่น cross-linking อีเทอริฟิเคชัน (etherification) และเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) แป้งดัดแปรที่ได้จากการทำเอสเทอริไฟต์หรืออีเทอริไฟต์กับ monofunctional reagent จะลดการเกิด intermolecular association ทำให้สารละลายข้นหนืดเปลี่ยนเป็นเจลหรือตกตะกอนได้ เรียกการดัดแปรนี้ว่า เป็นการทำให้เกิดคงตัว (stabilization) และเรียกแป้งดัดแปรที่ได้ว่า stabilized starch หากใช้ difuntional reagent จะทำให้เกิด cross-linked starch

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แป้งฟอสเฟตโมโนเอสเทอร์ ทำได้โดยการอบแห้งเม็ดแป้งกับโซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต หรือโมโนโซเดียมออร์โทฟอสเฟส แป้งดัดแปรที่ได้จะมีความคงตัวและใส มีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ได้ และมีความคงตัวต่อ freeze-thaw แป้งฟอสเฟตเอสเทอร์ยังมีอุณหภูมิที่เกิดเจลิไนเซชันต่ำ มีค่า DS สูงสุดประมาณ 0.002 ค่า DS หมายถึง จำนวนหมู่ไฮดรอกซิลเฉลี่ยที่ถูกเอสเทอริไฟด์หรืออีเทอริไฟด์ต่อหน่วยของโมโนแซ็กคาไรด์ ในโมเลกุลของแป้งทั้งที่เป็นสายตรงและสายแขนง ซึ่งโดยปกติจะมีหมู่ไฮดรอกซิกเฉลี่ยประมาณ 3 หมู่ต่อโมเลกุลของโมโนแซ็กคาไรด์ ดังนั้นค่า DS สูงสุดสำหรับแป้งจะไม่เกิน 3

แป้งแอลคีนิลซักซิเนตเอสเทอร์ที่ได้ถึงแม้จะมีค่า DS ต่ำ แต่หมู่แอลคีนิลมี hydrophobicity จึงนำแป้งดัดแปรนี้มาใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้อิมัลชันได้ และสายยาวของไฮโดรคาร์บอน ยังทำให้แป้งดัดแปรนี้เมื่อเติมลงอาหารแล้วเกิดความรู้สึกคล้ายไขมัน จึงใช้เป็นสารทดแทนไขมันในอาหารบางชนิดได้อีกด้วย

2.4.3.2 การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางกายภาพ

เป็นวิธีการดัดแปรแป้งโดยใช้ความร้อน ความดัน แรงเฉือน และความชื้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ลักษณะ คือ

1. มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของแป้ง เช่น เกิด disorganization ของเม็ดแป้ง
2. ทำลายโมเลกุลของแป้ง

การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลทำให้แป้งดัดแปรที่ได้มี functional properties และคุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนไป ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆได้ แป้งดัดแปรที่นิยมใช้วิธีนี้เรียกว่า pregelatinized starch

แป้งดัดแปรชนิดนี้ใช้กับอาหารปรุงสำเร็จประเภทละลายทันที โดยนำมาผสมกับน้ำตาล เกลือ และสารให้กลิ่น เมื่อนำมาเติมน้ำลงไปผสม แป้งดัดแปรนี้จะกระจายตัวและอุ้มน้ำได้ดี และสามารถบริโภคได้ทันที ซึ่งข้อดีอีกประการหนึ่ง คือ ไม่ต้องผ่านความร้อนอีกครั้งหนึ่ง ทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารไม่หายไป

การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางกายภาพนี้ภาวะที่เหมาะสม คือใช้อุณหภูมิ 95-110 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 18-27 และใช้เวลานาน 12-16 ชั่วโมง ผลของความร้อนและความชื้นจะทำให้โครงสร้างทางกานภาพของเม็ดแป้งเปลี่ยนไป สมบัติของเม็ดแป้งที่เปลี่ยนไปด้วย คือ gelatinization behavior

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.6 การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของแป้งธรรมชาติ เมื่อถูกดัดแปรโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ความชื้น 27 เปอร์เซ็นต์ นาน 16 ชั่วโมง

สมบัติ	**แป้งจากข้าวสาลี**		**แป้งจากมันฝรั่ง**	
	ธรรมชาติ	**ดัดแปร**	**ธรรมชาติ**	**ดัดแปร**
อุณหภูมิเริ่มต้นของเจลาติไนเซชัน	56.5	61	60	60.5
อุณหภูมิสุดท้ายของเจลาติไนเซชัน	62	74	68	79
Swelling power ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (เท่า)	7.15	5.94	62.30	19.05
Solubility (%) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	2.59	5.93	31.00	10.1
Water-binding capacity (ร้อยละ)	89.1	182.6	102.0	108.7
Enzyme susceptibility (ร้อยละ solubilized)	0.44	48.55	0.57	40.35

ตาราง 2.6 แสดงตัวอย่างของแป้งดัดแปรที่มีสมบัติเปลี่ยนไปเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งธรรมชาติ ซึ่งได้จากข้าวสาลีและมันฝรั่ง จะเห็นได้ว่าช่วงอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันของแป้งจากข้าวสาลีธรรมชาติอยู่ในช่วง 56.5-62 องศาเซลเซียส เมื่อเป็นแป้งดัดแปรช่วงอุณหภูมิเปลี่ยนเป็น 61-74 องศาเซลเซียส และช่วงห่างของอุณหภูมิแตกต่างกันจาก 5.5 เป็น 13 องศาเซลเซียส ส่วนแป้งของมันฝรั่งธรรมชาติช่วงอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันประมาณ 60- 68 องศาเซลเซียส เมื่อเป็นแป้งดัดแปรช่วงอุณหภูมิเปลี่ยนเป็น 60.5-79 องศาเซลเซียส ช่วงห่างของอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 8.0 เป็น 18.5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้สมบัติของการละลาย การพองตัว ความสามารถในการรวมตัวกับน้ำ และการถูกย่อยด้วยเอนไซม์ก็แตกต่างกันระหว่างแป้งธรรมชาติและแป้งดัดแปร

ข้อดีและสมบัติของแป้งดัดแปรแต่ละชนิด รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร สรุปไว้ในตาราง 2.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.7 ชนิดของแป้งดัดแปรและการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ชนิดของแป้งดัดแปร	**วิธีการดัดแปร**	**ข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งธรรมชาติ**	**ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร**
pregelatinized starch	ความร้อน/น้ำ	- ละลายได้ดีในน้ำเย็น	- ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป ไส้พาย เคลือบผิวAcid-
thinned starch	กรด	- มีความหนืดต่ำเมื่อเป็น hot past - มีความหนืดสูงเมื่อเป็นเจล	- กัม เจลลี
Oxidized starch	ไฮโปคลอไรต์	- เพิ่มความใส - ลดการคืนตัวภายหลัง	- เกรวี ซอส เจลลี
Hydroxyl alkyl ether starch	โพรพิลีนออกไซด์	- เพิ่มความใส - เพิ่มความคงตัว	- ไส้พาย น้ำสลัด
Esterified starch	แอซีติกแอนไฮไดรด์	- เพิ่มความใส - ลดการคืนตัวภายหลัง - เกิดฟิล์มได้	- อาหารแช่เยือกแข็ง
Monophosphate starch	กรดฟอสฟอริก	- เพิ่มความคงตัวต่อ freeze-thaw cycle	- อาหารทารก
Cross-linked starch เช่น Di-starch phosphate	ฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์	- เพิ่มความคงตัวต่อความร้อน พีเอช แรงเฉือนและ freeze-thaw cycle	- ใช้กับอาหารบรรจุกระป๋องและอาหารแช่เยือกแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้สารเพิ่มความหนืดในซอส

Camille and Neela (2001) ศึกษาการผลิต hot sauce จากการเตรียมผลแอปเปิ้ลที่ต่างกัน (แอปเปิ้ลสด, แอปเปิ้ลแช่เยือกแข็ง และแอปเปิ้ลแช่น้ำเกลือ) รูปแบบการปอกเปลือก (ปอกเปลือกทั้งหมด ปอกเปลือกร้อยละ 5 ปอกเปลือกร้อยละ 15 และไม่ปอกเปลือก) ศึกษาปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ0.0 0.4 0.6 0.8 และ 1.0) และอายุการเก็บรักษา ผลจากการพัฒนาสูตร hot sauce จากแอปเปิ้ล พบว่า สูตรที่ผู้บริโภคพอใจมากที่สุด ประกอบด้วย แอปเปิ้ลร้อยละ 50 น้ำร้อยละ 25 น้ำส้มสายชูร้อยละ 10 พริกไทยร้อยละ 6 ซูโครสร้อยละ 4 เครื่องเทศร้อยละ 2 กรดซิตริกร้อยละ 1.1 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1 แซนแทนกัมร้อยละ 0.8 และโซเดียมเบนโซเอทร้อยละ 0.1 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลแอปเปิ้ลสด แอปเปิ้ลแช่เยือกแข็ง และแอปเปิ้ลแช่น้ำเกลือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่า การใช้ผลแอปเปิ้ลที่แช่ในน้ำเกลือร้อยละ 20 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคนาน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียส คุณภาพด้านประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันระหว่างแอปเปิ้ลที่ไม่ปอกเปลือกและการปอกเปลือกร้อยละ 5 โดยซอสที่ได้จากแอปเปิ้ลที่ปอกเปลือกทั้งหมดจะมีสีเหลืองมากกว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำ และได้รับการยอมรับน้อยกว่า

Marek *et al.* (2006) ศึกษาชนิดและปริมาณของแป้ง ได้แก่ แป้งข้าวโอ๊ต ข้าวโอ๊ตที่ไฮโดรไลซ์ และแป้งมันฝรั่ง นำมาผสมกับแซนแทนกัม ดังนี้ แป้งมันฝรั่งกับแซนแทนกัม แป้งข้าวโอ๊ตกับแซนแทนกัม, แป้งข้าวโอ๊ตกับข้าวโอ๊ตที่ไฮโดรไลซ์ และข้าวโอ๊ตที่ไฮโดรไลซ์กับแซนแทนกัม ในการผลิตซอสเปรี้ยวหวาน ผลการวิเคราะห์ด้านรีโอโลยี พบว่า ซอสที่ได้จากแป้งข้าวโอ๊ตและข้าวโอ๊ตที่ไฮโดรไลซ์ผสมกับแซนแทนกัมมีลักษณะแอดฮีซีฟว์ ความยืดหยุ่นและการแทรกผ่านของแรงที่ดีกว่าแป้งมันฝรั่ง และซอสที่ได้จากการผสมระหว่างแป้งข้าวโอ๊ต ข้าวโอ๊ตที่ไฮโดรไลซ์และแซนแทนกัมจะมีความคงตัวระหว่างการเก็บรักษามากที่สุด โดยมีการเปลี่ยนแปลงด้านความยืดหยุ่นเพียงเล็กน้อย

Marek *et al.* (2007) ศึกษาการผลิตซอสข้นสตรอเบอรีโดยทำการผสมแป้งข้าวโอ๊ต 2.24 กรัม แป้งมันฝรั่ง 2.34 กรัม และแป้งข้าวโพด 2.28 กรัม กับแซนแทนกัมในปริมาณที่แตกต่างกันในการผลิตซอสปริมาณ 100 กรัม พบว่า ปริมาณของแซนแทนกัมที่เหมาะสมในการผสมกับแป้งข้าวโอ๊ต แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าวโพด คือ 0.18 0.12 และ 0.19 กรัม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส เนื้อสัมผัส และคุณสมบัติด้านรีโอโลยี พบว่า ซอสข้นสตรอเบอรีที่ผสมแป้งมันฝรั่งกับแซนแทกัม จะใช้แซนแทนกัมในปริมาณที่น้อยกว่าแป้งข้าวโอ๊ตและแป้งข้าวโพด และมีสมบัติเป็นสารให้ความหนืดที่ดีกว่าด้วย แต่ซอสข้นสตรอเบอรีที่ผสมแป้งข้าวโอ๊ต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับแซนแทนกัมจะมีความคงตัวระหว่างการเก็บรักษามากที่สุด และคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของซอสทั้ง 3 ชนิด มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

นราพร (2543) ศึกษาการผลิตแยมสับปะรดแคลอรีต่ำ โดยหาลักษณะเจลที่เหมาะสมจากสารข้นหนืด 4 ชนิด คือ เปกตินเมธ็อกซิลต่ำ, แคปป-คาร์ราจีแนน, โลคัสบีนกัม และโซเดียม-อัลจีเนท กับการใช้สารทดแทนน้ำตาล 2 ชนิด พบว่า สารข้นหนืดที่สามารถให้ลักษณะเจลที่เหมาะสมในการทำแยม คือ การใช้เปกตินเมธ็อกซิลต่ำร้อยละ 0.7 และแยมสับปะรดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดได้จากการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลชนิดแอสพาร์เทมร้อยละ 0.2 ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 44.67 -1.74 และ 11.89 ตามลำดับ มีค่าแรงทะลุ เท่ากับ 0.42 นิวตัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.31 มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.77 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 22 °brix มีค่าน้ำตาลรีดิวส์ก่อนอินเวิร์ท น้ำตาลทั้งหมด และปริมาณแอสพาร์เทม เท่ากับ ร้อยละ 4.16 18.45 และ 0.18 ตามลำดับ และมีค่าพลังงาน เท่ากับ 61.38 กิโลแคลอรี/100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับ 260 กิโลแคลอรี/100 กรัม ในแยมปกติ จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมสับปะรดแคลอรีต่ำที่อุณหภูมิ 5 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าสี L* ค่าสี b* แรงทะลุ และความเป็นกรด-ด่าง มีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ค่าสี a* ปริมาณกรดทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวส์ก่อนอินเวิร์ทมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

มนตรี (2547) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและรีโอโลจีของแป้งกับกัมระหว่างการให้ความร้อน พบว่า แซนแทนกัมและกัวกัมเพิ่มค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันสำปะหลังและแป้งดัดแปรแบบทวีคูณเมื่อเทียบกับแป้งที่ละลายน้ำ ยกเว้นของผสมระหว่างแป้งแอนไอออนิกกับแซนแทนกัมซึ่งไปลดค่าความหนืดสูงสุดระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งการเพิ่มความหนืดแบบทวีคูณไม่ได้เป็นผลมาจากค่ากำลังการพองตัวของแป้งทั้งแป้งมันสำปะหลังและแป้งแอนไอออนิก ผลการศึกษาโดยใช้เครื่อง DSC ได้แสดงว่า กัมมีผลต่อการเกิดเจลาติไนเซชันอย่างมีนัยสำคัญโดยเพิ่มอุณหภูมิเริ่มเกิดเจลาติไนเซชัน และลดพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลาติไนเซชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกศนีย์ และรมณ (2549) ศึกษาการผลิตซอสซีฟู้ด กระบวนการผลิตที่เหมาะสมจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และศึกษาชนิดของแป้งดัดแปรที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของซอสซีฟู้ด 2 ชนิด คือ thick-flo และ acetylated+cross-link ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 พบว่า ปริมาณของส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตซอสซีฟู้ด คือ น้ำมะนาว 76.26 กรัม, น้ำปลา 28.00 กรัม และน้ำตาล 59.74 กรัม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งดัดแปรทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่แป้งดัดแปรชนิด thick-flo ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้านความหนืดและด้านสีมากที่สุด โดยมีความหนืดเท่ากับ 0.11 cm/s และมีค่าสี L a และ b เท่ากับ 27.10 7.01 และ7.31 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved